

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-221393

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/10

G02B 13/18

G02B 15/16

G03B 19/02

H04N 5/225

H04N 5/232

(21)Application number : 11-023420

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 01.02.1999

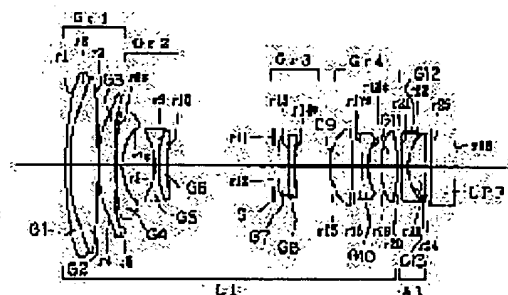
(72)Inventor : KONO TETSUO

(54) PHOTOGRAPHING OPTICAL SYSTEM, IMAGE PICKUP DEVICE AND METHOD FOR CHANGING IMAGE PLANE SIZE OF PHOTOGRAPHING OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cope with a photoelectric conversion element having different image plane size and to realize miniaturization and high image quality by using a device in a state where a conversion optical system is arranged at the image side end of a principal optical system in the case of picking up a subject image as the image of the 2nd image plane size different from the 1st image plane size.

SOLUTION: The principal optical system L1 is a zoom lens and is constituted of a 1st lens group Gr1, a 2nd lens group Gr2, a 3rd lens group Gr3 and a 4th lens group Gr4 in order from an object side, and the groups Gr1 and Gr3 are fixed type and the groups Gr2 and Gr4 are movable type in positive, negative, positive and positive four-component zoom. The group Gr1 is constituted of three lenses G1 to G3, the group Gr2 is constituted of three lenses G4 to G6, the group Gr3 is constituted of two lenses G1 and G2 and a diaphragm S, and the group Gr4 is constituted of three lenses G9 to G11. The optical system where the conversion optical system A1 is arranged between the optical system L1 and an LPF copes with the 2nd image plane size (large image plane size and height in a direction perpendicular to an optical axis Y=4.0 mm).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-221393
(P2000-221393A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テロト (参考)
G 0 2 B 15/10		G 0 2 B 15/10	2 H 0 5 4
		13/18	2 H 0 8 7
		15/16	5 C 0 2 2
G 0 3 B 19/02		G 0 3 B 19/02	
H 0 4 N 5/225		H 0 4 N 5/225	D
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 29 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-23420

(22) 出願日 平成11年2月1日 (1999.2.1)

(71) 出願人 000006079
ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル
(72) 発明者 河野 哲生
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタ株式会社内
(74) 代理人 100085501
弁理士 佐野 静夫

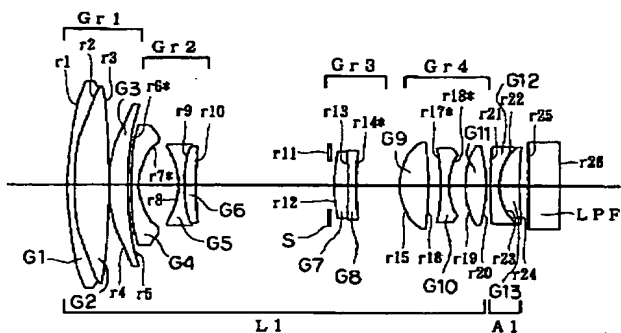
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮影光学系及び撮像装置並びに撮影光学系の画面サイズ変換方法

(57) 【要約】

【課題】 異なる画面サイズの光電変換素子に対応する事が可能であり、小型化、高画質化を達成するために好適な撮影光学系を提供する。

【解決手段】 被写体像を結像する主光学系 L 1 の像側端部に交換光学系 A 1 を配置する事により、画面サイズを変換する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単独で被写体像を結像可能な主光学系と、該主光学系の像側端部に配置可能な変換光学系とから成り、前記被写体像を第 1 画面サイズの画像として撮像する場合は前記主光学系単独で用いられ、前記被写体像を前記第 1 画面サイズとは異なる第 2 画面サイズの画像として撮像する場合は、前記主光学系の像側端部に前記変換光学系を配置した状態で用いられる事を特徴とする撮影光学系。

【請求項 2】 前記第 1 画面サイズは前記第 2 画面サイズよりも小さい事を特徴とする請求項 1 に記載の撮影光学系。

【請求項 3】 以下の条件式を満足する事を特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の撮影光学系；

$$2.5 < |f_c / Y_b| < 11.0$$

但し、

f_c ：変換光学系の焦点距離

Y_b ：第 2 画面サイズの最大像高である。

【請求項 4】 以下の条件式を満足する事を特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の撮影光学系；

$$1.1 < \beta_c < 1.9$$

但し、

β_c ：変換光学系の横倍率

である。

【請求項 5】 前記主光学系から像面までの光路のいずれかに、光学的ローパスフィルターを配置した事を特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の撮影光学系。

【請求項 6】 前記撮影光学系は、光電変換素子の受光面上に画像を形成する事を特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の撮影光学系。

【請求項 7】 前記第 1 画面サイズに対応した請求項 1 又は請求項 2 の前記撮影光学系を有する撮像装置。

【請求項 8】 前記第 2 画面サイズに対応した請求項 1 又は請求項 2 の前記撮影光学系を有する撮像装置。

【請求項 9】 単独で被写体像を結像可能な主光学系と、該主光学系の像側端部に配置可能な変換光学系とから構成され、前記被写体像を第 1 画面サイズの画像として撮像する場合は前記主光学系単独で用い、前記被写体像を前記第 1 画面サイズとは異なる第 2 画面サイズの画像として撮像する場合は、前記主光学系の像側端部に前記変換光学系を配置した状態で用いる事を特徴とする撮影光学系の画面サイズ変換方法。

【請求項 10】 前記第 1 画面サイズは前記第 2 画面サイズよりも小さい事を特徴とする請求項 9 に記載の撮影光学系の画面サイズ変換方法。

【請求項 11】 撮影光学系が以下の条件式を満足する事を特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の撮影光学系の画面サイズ変換方法；

$$2.5 < |f_c / Y_b| < 11.0$$

但し、

f_c ：変換光学系の焦点距離

Y_b ：第 2 画面サイズの最大像高である。

【請求項 12】 撮影光学系が以下の条件式を満足する事を特徴とする請求項 9 乃至請求項 11 のいずれかに記載の撮影光学系の画面サイズ変換方法；

$$1.1 < \beta_c < 1.9$$

但し、

β_c ：変換光学系の横倍率

である。

【請求項 13】 前記撮影光学系において、前記主光学系から像面までの光路のいずれかに、光学的ローパスフィルターが配置されている事を特徴とする請求項 9 乃至請求項 12 のいずれかに記載の撮影光学系の画面サイズ変換方法。

【請求項 14】 前記撮影光学系は、光電変換素子の受光面上に画像を形成する事を特徴とする請求項 9 乃至請求項 13 のいずれかに記載の撮影光学系の画面サイズ変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮影光学系、更に詳しくは、異なる画面サイズに対応可能な撮影光学系に関し、例えば、異なる画面サイズの光電変換素子に対応可能な撮影光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータの普及に伴い、電子データとして手軽に画像を取り込めるデジタルスチルカメラが普及しつつある。このようなデジタルスチルカメラには光電変換素子が用いられている。このような光電変換素子の画面サイズは、ユーザーのカメラの小型化及びコストダウンの要求を達成するため小型化されていく傾向と、ユーザーの高画質化の要求を達成するため画面サイズをそのままにして高画素化されていく傾向という 2 つの相反する傾向が存在する。

【0003】以上のような事情から、現在、デジタルスチルカメラの分野においては、様々な要望に応じた異なる画面サイズの光電変換素子に対して、それぞれ専用の撮影光学系が用いられている。しかしながら、異なる画面サイズの光電変換素子に対して、対応可能な共通の撮影光学系が提供できれば、撮影光学系の大幅なコスト削減が期待できる。

【0004】異なる画面サイズの光電変換素子に対応可能な撮影光学系の具体例としては、従来、大きい画面サイズに対応した撮影光学系を、そのまま小さい画面サイズにも適用する方法が知られている。また、別の方法として、特開平 8-114742 号公報或いは特開平 10-319314 号公報には、撮影光学系によって形成さ

れた画像を、倍率を変化させて再結像させるリレーレンズ系を用いるという方法が提案されている。さらに、特開平10-123416号、特開平9-329743号、特開平9-329744号、特開平7-199067号の各公報には、撮影光学系の光路途中に着脱或いは交換可能な変換レンズ群を配置し、画面サイズに応じて変換レンズ群を着脱或いは交換して撮影光学系の構成を変更する技術が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような、大きい画面サイズに対応した撮影光学系を、そのまま小さい画面サイズにも用いるという方法では、小さい画面サイズで使用する場合には、撮影光学系が必要以上に大きな光学系となっているばかりか、画角と焦点距離の関係から焦点距離域が長焦点距離側へシフトしてしまうため実用的でないという問題がある。また、上述した第2の、リレーレンズ系を用いる方法では、リレーレンズ系の光路を確保する必要があるため、撮影光学系全体が非常に大型化するという問題がある。

【0006】さらに、上述した第3の、画面サイズに応じて変換レンズ群を着脱或いは交換して撮影光学系の構成を変更する方法では、各レンズ群を保持する鏡胴を画面サイズに応じて異なる構成にしておくか、変換レンズ群を着脱或いは交換するために中間部分を可動にしておく必要があり、非常に複雑な構成となる問題がある。本発明は、このような問題に鑑み、異なる画面サイズの光電変換素子に対応する事が可能であり、小型化、高画質化を達成する事ができる撮影光学系を提供する事を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、単独で被写体像を結像可能な主光学系と、その主光学系の像側端部に配置可能な変換光学系とから成り、前記被写体像を第1画面サイズの画像として撮像する場合は前記主光学系単独で用いられ、前記被写体像を前記第1画面サイズとは異なる第2画面サイズの画像として撮像する場合は、前記主光学系の像側端部に前記変換光学系を配置した状態で用いられる撮影光学系の構成とする。また、前記第1画面サイズは前記第2画面サイズよりも小さい構成とする。

【0008】また、以下の条件式を満足する撮影光学系の構成とする。

$$2. \quad 5 < |f_c / Y_b| < 11.0$$

但し、

f_c : 変換光学系の焦点距離

Y_b : 第2画面サイズの最大像高

である。

【0009】さらに、以下の条件式を満足する撮影光学系の構成とする。

$$1. \quad 1 < \beta_c < 1.9$$

但し、

β_c : 変換光学系の横倍率

である。

【0010】また、前記主光学系から像面までの光路のいずれかに、光学的ローパスフィルターを配置した撮影光学系の構成とする。また、前記撮影光学系は、光電変換素子の受光面上に画像を形成する構成とする。

【0011】また、前記第1画面サイズに対応した請求項1又は請求項2の前記撮影光学系を有する撮像装置の構成とする。或いは、前記第2画面サイズに対応した請求項1又は請求項2の前記撮影光学系を有する撮像装置の構成とする。

【0012】さらに、前記撮影光学系の画面サイズ変換方法とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1及び図2、図3及び図4、図5及び図6、図7及び図8、そして図9及び図10は、それぞれ第1～第5の実施形態の撮影光学系のレンズ構成を示している。

【0014】第1の実施形態の内、図1に示す構成は、主光学系L1のみで第1画面サイズ（小さい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さ $Y=3.1\text{mm}$ ）に対応している。同図の左側が物体側、右側が像側である。また、主光学系L1はズームレンズであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3及び第4レンズ群Gr4から構成され、正負正正4成分ズームでGr1、Gr3固定、Gr2、Gr4可動のタイプである。尚、Gr1は3枚のレンズG1、G2、G3から成り、Gr2は3枚のレンズG4、G5、G6から成り、Gr3は2枚のレンズG1及びG2並びに絞りSから成り、Gr4は3枚のレンズG9、G10、G11から成る。また、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。

【0015】第1の実施形態の内、図2に示す構成は、主光学系L1とLPFとの間に変換光学系A1を配置した光学系で第2画面サイズ（大きい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さ $Y=4.0\text{mm}$ ）に対応している。尚、A1は2枚のレンズG12、G13から成る。

【0016】第2の実施形態の内、図3に示す構成は、主光学系L2のみで第1画面サイズ（小さい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さ $Y=3.1\text{mm}$ ）に対応している。同図の左側が物体側、右側が像側である。また、主光学系L2はズームレンズであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3及び第4レンズ群Gr4から構成され、第1の実施形態と同様に正負正正4成分ズームでGr1、Gr3固定、Gr2、Gr4可動のタイプである。尚、Gr1は3枚のレンズG1、G2、G3から成り、Gr2は3枚のレンズG4、G5、G6から成り、Gr3は

2枚のレンズG1及びG2並びに絞りSから成り、Gr4は3枚のレンズG9、G10、G11から成る。また、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。

【0017】第2の実施形態の内、図4に示す構成は、主光学系L2とLPFとの間に変換光学系A2を配置した光学系で第2画面サイズ（大きい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さY=4.0mm）に対応している。尚、A2は2枚のレンズG12、G13から成る。

【0018】第3の実施形態の内、図5に示す構成は、主光学系L3のみで第1画面サイズ（小さい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さY=3.1mm）に対応している。同図の左側が物体側、右側が像側である。また、主光学系L3はズームレンズであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3及び第4レンズ群Gr4から構成され、第1の実施形態と同様に正負正正4成分ズームでGr1、Gr3固定、Gr2、Gr4可動のタイプである。尚、Gr1は3枚のレンズG1、G2、G3から成り、Gr2は3枚のレンズG4、G5、G6から成り、Gr3は2枚のレンズG1及びG2並びに絞りSから成り、Gr4は3枚のレンズG9、G10、G11から成る。また、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。

【0019】第3の実施形態の内、図6に示す構成は、主光学系L3とLPFとの間に変換光学系A3を配置した光学系で第2画面サイズ（大きい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さY=4.0mm）に対応している。尚、A3は2枚のレンズG12、G13から成る。

【0020】第4の実施形態の内、図7に示す構成は、主光学系L4のみで第1画面サイズ（小さい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さY=3.1mm）に対応している。同図の左側が物体側、右側が像側である。また、主光学系L4はズームレンズであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3及び第4レンズ群Gr4から構成され、第1の実施形態と同様に正負正正4成分ズームでGr1、Gr3固定、Gr2、Gr4可動のタイプである。尚、Gr1は3枚のレンズG1、G2、G3から成り、Gr2は3枚のレンズG4、G5、G6から成り、Gr3は2枚のレンズG1及びG2並びに絞りSから成り、Gr

$$2.5 < |f_c/Y_b| < 11.0$$

但し、

f_c：変換光学系の焦点距離

Y_b：第2画面サイズの最大像高である。

【0026】条件式（1）は、変換光学系の焦点距離を規定する式である。この条件式の下限值以下になると、変換光学系の焦点距離が短くなり、即ちパワーが強くなり過ぎるため、諸収差の中でも特に樽型の歪曲収差、及

4は3枚のレンズG9、G10、G11から成る。また、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。

【0021】第4の実施形態の内、図8に示す構成は、主光学系L4とLPFとの間に変換光学系A4を配置した光学系で第2画面サイズ（大きい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さY=4.0mm）に対応している。尚、A4は2枚のレンズG12、G13から成る。

【0022】第5の実施形態の内、図9に示す構成は、主光学系L5のみで第1画面サイズ（小さい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さY=2.3mm）に対応している。同図の左側が物体側、右側が像側である。また、主光学系L5はズームレンズであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3及び第4レンズ群Gr4から構成され、第1の実施形態と同様に正負正正4成分ズームでGr1、Gr3固定、Gr2、Gr4可動のタイプである。尚、Gr1は3枚のレンズG1、G2、G3から成り、Gr2は3枚のレンズG4、G5、G6から成り、Gr3は2枚のレンズG1及びG2並びに絞りSから成り、Gr4は3枚のレンズG9、G10、G11から成る。また、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。

【0023】第5の実施形態の内、図10に示す構成は、主光学系L5とLPFとの間に変換光学系A5を配置した光学系で第2画面サイズ（大きい画面サイズ、光軸と垂直な方向の高さY=4.0mm）に対応している。尚、A5は2枚のレンズG12、G13から成る。

【0024】通常、同じ仕様であれば第2画面サイズの光学系の方が第1画面サイズの光学系よりも大きくなる。故に、画面サイズを変換する場合、第2画面サイズの光学系に変換光学系を配置して第1画面サイズの光学系に変換すると、その変換後の光学系は、第1画面サイズの光学系としては過度に大きな光学系となる。従って、上記各実施形態のように、第1画面サイズの光学系に変換光学系を配置して第2画面サイズの光学系に変換する方が、光学系を小型化する事ができ、大きさに関して非常に有利である。

【0025】以下に、光学系について望ましい条件を記す。上記各実施形態の内、第2画面サイズの光学系は、以下の条件式（1）を満足する事が望ましい。

$$(1)$$

び像面湾曲の補正が困難となる。逆に、上限値以上になると、変換光学系の焦点距離が長くなり、即ちパワーが弱くなり過ぎるため、拡大倍率を確保する事が困難となり、変換光学系配置前後での焦点距離があまり変化せず、第2画面サイズの光学系にとっては広角側になるため、周辺性能、特に像面湾曲の補正が困難となる。

【0027】また、各実施形態の内、第2画面サイズの光学系は、以下の条件式（2）を満足する事が望まし

い。

$$1. \quad 1 < \beta_c < 1.9$$

但し、

β_c : 変換光学系の横倍率である。

【0028】条件式(2)は、変換光学系の倍率を規定する式である。この条件式の下限值以下になると、変換倍率が小さくなり過ぎ、変換光学系を配置した際の焦点

$$0.7 < (Y_b/Y_s) / \beta_c < 1.3$$

但し、

Y_s : 第1画面サイズの最大像高

である。

【0030】条件式(3)は、画面サイズの比と変換倍率との関係を規定する式であり、変換光学系の前後で画角がほぼ等しくなる事を意味している。この条件式の範囲を逸脱すると、変換光学系配置前後での画角の変化が大きくなり、共通で使用する主光学系の画角に対する負担が大きくなるため、全長、前玉径の増加、収差劣化に

$$1. \quad 0 < |f_2| / f_{ws} < 1.8$$

但し、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離

f_{ws} : 第1画面サイズの光学系の、広角端での全系の焦点距離である。

【0032】この条件式の下限值以下になると、第2レンズ群の焦点距離が短くなり過ぎ、即ち第2レンズ群のパワーが強くなり過ぎるので、第1画面サイズの光学系及び変換光学系を配置した第2画面サイズの光学系のいずれにおいても、広角端での負の歪曲収差の補正が困難になるとともに、像面湾曲のアンダー側への倒れが著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の変倍の際の移動量が増大し、それに伴い前玉径の増大を招く。

【0033】尚、各実施形態では、主光学系の構成を全く変化させずに変換光学系を付加して画面サイズを変換する例を示したが、本発明はこれに限定されない。例えば、主光学系の主要な特性を変更させずに構成の一部を変更した上で、変換光学系を付加しても良い。主光学系の主要な特性を変更させない例としては、主光学系を構成する単レンズ素子のパワーを変化させずに曲率半径を変更するいわゆるベンディングや、非球面や回折光学面の付加等が挙げられる。また、主光学系に、像面性能補正用のために、それぞれ弱いパワーの球面レンズ、接合レンズ、非球面レンズ、回折光学レンズ等を付加する事も、主光学系の主要な特性を変更させない例の範疇である。

【0034】特に、大きい画面サイズに対応する場合、光電変換素子の画素数が大きくなり、小さい画面サイズの場合よりも光学性能を向上させる必要があるため、上記のような主光学系の一部の変更は、光学性能向上の観

(2)

距離が拡大されないため、広角側になり、像面湾曲の補正が困難となる。逆に、上限値以上になると、変換倍率が大きくなり過ぎ、諸収差の中でも特に樽型の歪曲収差、及び像面湾曲の補正が困難となる。

【0029】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(3)を満足する事が望ましい。

(3)

10 伴うレンズ枚数の増加を招く。具体的には、条件式の下限值以下になると、変換光学系配置後の焦点距離が望遠側にシフトし過ぎるため、レンズ系全長の増加及び球面収差の劣化を招く。逆に、上限値以上になると、配置後の焦点距離が広角側にシフトし過ぎるため、前玉径の増加、像面湾曲、及び歪曲収差の劣化を招く。

【0031】また、各実施形態の内、第1画面サイズの光学系は、以下の条件式(4)を満足する事が望ましい。

(4)

20 点から有効である。また、各実施形態では、主光学系、変換光学系共、全て屈折面で構成される例を示したが、撮像装置の事情に応じて、光路中にミラーを配置して光路を折り曲げる構成や、回折光学素子を用いる構成等を採用しても良い。

【0035】さらに、各実施形態では、異なるサイズの光電変換素子に対応可能な撮影光学系の例を示したが、例えば、小さい画面サイズの光電変換素子と大きい画面サイズの銀塩フィルムに対応する撮影光学系や、従来の35mm銀塩フィルムと新規格の銀塩フィルム(いわゆる Advanced Photo system, APS フォーマット)に対応する撮影光学系等に対しても、各実施形態の技術は適用可能である。

【0036】以下、本発明に係る撮影光学系の構成を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に示す。尚、以下に挙げる実施例1~5の第1画面サイズ及び第2画面サイズの光学系は、前述した第1~第5の実施形態の第1画面サイズ及び第2画面サイズの光学系にそれぞれ対応しており、第1~第5の実施形態の撮影光学系(第1画面サイズ及び第2画面サイズ)を表すレンズ構成図(図1~図10)は、対応する実施例1~5の第1画面サイズ及び第2画面サイズの光学系のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0037】各実施例において、 r_i ($i=1,2,3,\dots$)は、物体側から数えて*i*番目の面及びその曲率半径を示し、 d_i ($i=1,2,3,\dots$)は、物体側から数えて*i*番目の軸上面間隔を示し、 N_i ($i=1,2,3,\dots$)、 v_i ($i=1,2,3,\dots$)は、それぞれ物体側から数えて*i*番目のレンズの*d*線に対する屈折率、アッペ数を示す。また、実施例中の全系の焦点距離 f 、及び全系のFナンバーFNO、並びに第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群

との間隔、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔、及び主光学系最終レンズ群とLPF或いは変換光学系との間隔は、左から順に、広角端(W)、中間焦点距離(M)、望遠端(T)でのそれぞれの値に対応してい

$$X = X_0 + \sum A_i Y^i$$

$$X_0 = C Y^2 / \{ 1 + (1 - \varepsilon C^2 Y^2)^{1/2} \} \quad \dots\dots (a)$$

但し、

X : 光軸方向の基準面からの変位量

Y : 光軸と垂直な方向の高さ

C : 近軸曲率

る。尚、各実施例中、曲率半径に*印を付した面は、非球面で構成された面である事を示し、非球面の面形状を表す式は、以下に定義する。

【0038】

$$\dots\dots (a)$$

$$\dots\dots (b)$$

ε : 2次曲面パラメータ

A_i : i 次の非球面係数

である。

10 【0039】

《実施例1 (第1画面サイズ)》

f=5.1mm ~12.0mm~29.4mm (全系焦点距離)

FN0=2.28 ~2.51 ~2.88 (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(ν_d)]

r1= 39.361

d1= 0.800 N1=1.83350 ν_1 = 21.00

r2= 25.444

d2= 3.932 N2=1.48749 ν_2 = 70.44

r3= -92.731

d3= 0.100

r4= 18.735

d4= 1.976 N3=1.65364 ν_3 = 55.78

r5= 35.205

d5= 0.500 ~ 8.755 ~14.831

r6*= 49.390

d6= 0.750 N4=1.77250 ν_4 = 49.77

r7*= 7.170

d7= 4.459

r8= -9.753

d8= 0.700 N5=1.48749 ν_5 = 70.44

r9= 12.601

d9= 1.268 N6=1.83350 ν_6 = 21.00

r10= 57.770

d10=14.831 ~ 6.576 ~ 0.500

r11= ∞ (絞り)

d11= 0.500

r12= 15.739

d12= 1.546 N7=1.75450 ν_7 = 51.57

r13=-113.832

d13= 1.000 N8=1.84666 ν_8 = 23.82

r14*=41.438

d14= 4.732 ~ 2.453 ~ 0.200

r15= 6.813

d15= 3.315 N9=1.63237 ν_9 = 48.67

r16=-34.984

d16= 1.181

r17*=-49.645

d17= 1.000 N10=1.84666 ν_{10} = 23.82

r18*= 9.148

d18= 1.869

$$r19 = 11.635$$

$$d19 = 2.378 \quad N11 = 1.54012 \quad \nu 11 = 63.99$$

$$r20 = -15.552$$

$$d20 = 1.359 \sim 3.641 \sim 5.877$$

$$r21 = \infty$$

$$d21 = 3.400 \quad N12 = 1.51680 \quad \nu 12 = 64.20$$

$$r22 = \infty$$

【0040】

[第6面(r6)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.26307 \times 10^{-4}$$

$$A6 = 0.24482 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.30163 \times 10^{-7}$$

[第7面(r7)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = -0.92198 \times 10^{-5}$$

$$A6 = 0.24720 \times 10^{-5}$$

$$A8 = 0.22450 \times 10^{-6}$$

[第14面(r14)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.30309 \times 10^{-4}$$

$$A6 = 0.27800 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.29431 \times 10^{-6}$$

$$A10 = 0.11555 \times 10^{-7}$$

[第17面(r17)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = -0.47983 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.34008 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.15789 \times 10^{-6}$$

[第18面(r18)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.49212 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.16988 \times 10^{-4}$$

$$A8 = 0.50803 \times 10^{-6}$$

【0041】

《実施例1(第2画面サイズ)》

$$f = 6.6\text{mm} \sim 15.5\text{mm} \sim 38.1\text{mm} \quad (\text{全系焦点距離})$$

$$FNO = 2.93 \sim 3.24 \sim 3.72 \quad (F \text{ ナンバー})$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(ν_d)]

$$r1 = 39.361$$

$$d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$$

$$r2 = 25.444$$

$$d2 = 3.932 \quad N2 = 1.48749 \quad \nu 2 = 70.44$$

$$r3 = -92.731$$

$$d3 = 0.100$$

$$r4 = 18.735$$

$$d4 = 1.976 \quad N3 = 1.65364 \quad \nu 3 = 55.78$$

$$r5 = 35.205$$

$$d5 = 0.500 \sim 8.755 \sim 14.831$$

$$r6^* = 49.390$$

$d_6 = 0.750$ $N_4 = 1.77250$ $\nu_4 = 49.77$
 $r_7^* = 7.170$
 $d_7 = 4.459$
 $r_8 = -9.753$
 $d_8 = 0.700$ $N_5 = 1.48749$ $\nu_5 = 70.44$
 $r_9 = 12.601$
 $d_9 = 1.268$ $N_6 = 1.83350$ $\nu_6 = 21.00$
 $r_{10} = 57.770$
 $d_{10} = 14.831 \sim 6.576 \sim 0.500$
 $r_{11} = \infty$ (絞り)
 $d_{11} = 0.500$
 $r_{12} = 15.739$
 $d_{12} = 1.546$ $N_7 = 1.75450$ $\nu_7 = 51.57$
 $r_{13} = -113.832$
 $d_{13} = 1.000$ $N_8 = 1.84666$ $\nu_8 = 23.82$
 $r_{14}^* = 41.438$
 $d_{14} = 4.732 \sim 2.453 \sim 0.200$
 $r_{15} = 6.813$
 $d_{15} = 3.315$ $N_9 = 1.63237$ $\nu_9 = 48.67$
 $r_{16} = -34.984$
 $d_{16} = 1.181$
 $r_{17}^* = -49.645$
 $d_{17} = 1.000$ $N_{10} = 1.84666$ $\nu_{10} = 23.82$
 $r_{18}^* = 9.148$
 $d_{18} = 1.869$
 $r_{19} = 11.635$
 $d_{19} = 2.378$ $N_{11} = 1.54012$ $\nu_{11} = 63.99$
 $r_{20} = -15.552$
 $d_{20} = 0.400 \sim 2.679 \sim 4.932$
 $r_{21} = 71.678$
 $d_{21} = 0.800$ $N_{12} = 1.75450$ $\nu_{12} = 51.57$
 $r_{22} = 6.056$
 $d_{22} = 0.121$
 $r_{23} = 6.248$
 $d_{23} = 2.244$ $N_{13} = 1.57058$ $\nu_{13} = 39.32$
 $r_{24} = 33.647$
 $d_{24} = 1.000$
 $r_{25} = \infty$
 $d_{25} = 3.400$ $N_{14} = 1.51680$ $\nu_{14} = 64.20$
 $r_{26} = \infty$

【0042】

[第6面(r6)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A_4 = 0.26307 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.24482 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.30163 \times 10^{-7}$$

[第7面(r7)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A_4 = -0.92198 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 0.24720 \times 10^{-5}$$

$$A8 = 0.22450 \times 10^{-6}$$

[第 1 4 面(r14)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.30309 \times 10^{-4}$$

$$A6 = 0.27800 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.29431 \times 10^{-6}$$

$$A10 = 0.11555 \times 10^{-7}$$

[第 1 7 面(r17)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = -0.47983 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.34008 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.15789 \times 10^{-6}$$

[第 1 8 面(r18)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.49212 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.16988 \times 10^{-4}$$

$$A8 = 0.50803 \times 10^{-6}$$

【0043】

《実施例 2 (第 1 画面サイズ)》

$$f = 5.1\text{mm} \sim 12.0\text{mm} \sim 29.4\text{mm} \quad (\text{全系焦点距離})$$

$$FNO = 2.28 \sim 2.51 \sim 2.88 \quad (F \text{ ナンバー})$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

$$r1 = 44.384$$

$$d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$$

$$r2 = 26.902$$

$$d2 = 3.548 \quad N2 = 1.48749 \quad \nu 2 = 70.44$$

$$r3 = -87.224$$

$$d3 = 0.100$$

$$r4 = 18.690$$

$$d4 = 1.903 \quad N3 = 1.71785$$

$$r5 = 34.111$$

$$d5 = 0.500 \sim 8.898 \sim 15.092$$

$$r6^* = 53.697$$

$$d6 = 0.750 \quad N4 = 1.77250 \quad \nu 3 = 49.77$$

$$r7^* = 7.151$$

$$d7 = 4.412$$

$$r8 = -9.136$$

$$d8 = 0.700 \quad N5 = 1.48749$$

$$r9 = 14.748$$

$$d9 = 1.249 \quad N6 = 1.83350 \quad \nu 4 = 21.00$$

$$r10 = 166.857$$

$$d10 = 15.092 \sim 6.694 \sim 0.500$$

$$r11 = \infty (\text{絞り})$$

$$d11 = 0.500$$

$$r12 = 16.402$$

$$d12 = 1.569 \quad N7 = 1.75450$$

$$r13 = -73.572$$

$$d13 = 1.000 \quad N8 = 1.84666 \quad \nu 5 = 23.82$$

$$r14^* = 47.167$$

$$d14 = 4.771 \sim 2.465 \sim 0.200$$

$r15 = 6.930$
 $d15 = 3.195 \quad N9 = 1.64598$
 $r16 = -49.092$
 $d16 = 1.247$
 $r17^* = -259.880$
 $d17 = 1.000 \quad N10 = 1.84666 \quad \nu 6 = 23.82$
 $r18^* = 8.606$
 $d18 = 2.029$
 $r19 = 10.973$
 $d19 = 2.385 \quad N11 = 1.48757$
 $r20 = -15.859$
 $d20 = 1.336 \sim 3.642 \sim 5.907$
 $r21 = \infty$
 $d21 = 3.400 \quad N12 = 1.51680 \quad \nu 7 = 64.20$
 $r22 = \infty$

【0044】

[第6面(r6)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.50768 \times 10^{-4}$
 $A6 = 0.27040 \times 10^{-5}$
 $A8 = -0.32896 \times 10^{-7}$

[第7面(r7)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = -0.26886 \times 10^{-5}$
 $A6 = 0.24656 \times 10^{-5}$
 $A8 = 0.28044 \times 10^{-6}$

[第14面(r14)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.29944 \times 10^{-4}$
 $A6 = 0.23942 \times 10^{-5}$
 $A8 = -0.26510 \times 10^{-6}$
 $A10 = 0.10143 \times 10^{-7}$

[第17面(r17)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = -0.43785 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.85525 \times 10^{-6}$
 $A8 = -0.55200 \times 10^{-7}$

[第18面(r18)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.49210 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.12730 \times 10^{-4}$
 $A8 = 0.66578 \times 10^{-6}$

【0045】

《実施例2(第2画面サイズ)》

$f = 6.6\text{mm} \sim 15.5\text{mm} \sim 38.1\text{mm}$ (全系焦点距離)

$FNO = 2.9 \sim 3.22 \sim 3.72$ (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

$r1 = 44.384$

$d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$

$r2 = 26.902$

$d2 = 3.548$ $N2 = 1.48749$
 $r3 = -87.224$
 $d3 = 0.100$
 $r4 = 18.690$
 $d4 = 1.903$ $N3 = 1.71785$
 $r5 = 34.111$
 $d5 = 0.500 \sim 8.898 \sim 15.092$
 $r6^* = 53.697$
 $d6 = 0.750$ $N4 = 1.77250$ $\nu 2 = 49.77$
 $r7^* = 7.151$
 $d7 = 4.412$
 $r8 = -9.136$
 $d8 = 0.700$ $N5 = 1.48749$
 $r9 = 14.748$
 $d9 = 1.249$ $N6 = 1.83350$ $\nu 3 = 21.00$
 $r10 = 166.857$
 $d10 = 15.092 \sim 6.694 \sim 0.500$
 $r11 = \infty$ (絞り)
 $d11 = 0.500$
 $r12 = 16.402$
 $d12 = 1.569$ $N7 = 1.75450$
 $r13 = -73.572$
 $d13 = 1.000$ $N8 = 1.84666$ $\nu 4 = 23.82$
 $r14^* = 47.167$
 $d14 = 4.771 \sim 2.465 \sim 0.200$
 $r15 = 6.930$
 $d15 = 3.195$ $N9 = 1.64598$
 $r16 = -49.092$
 $d16 = 1.247$
 $r17^* = -259.880$
 $d17 = 1.000$ $N10 = 1.84666$ $\nu 5 = 23.82$
 $r18^* = 8.606$
 $d18 = 2.029$
 $r19 = 10.973$
 $d19 = 2.385$ $N11 = 1.48757$
 $r20 = -15.859$
 $d20 = 0.100 \sim 2.405 \sim 4.671$
 $r21 = 49.436$
 $d21 = 0.600$ $N12 = 1.75450$
 $r22 = 5.976$
 $d22 = 0.102$
 $r23 = 6.145$
 $d23 = 1.807$ $N13 = 1.57277$
 $r24 = 28.181$
 $d24 = 1.000$
 $r25 = \infty$
 $d25 = 3.400$ $N14 = 1.51680$ $\nu 6 = 64.20$
 $r26 = \infty$

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0.10000 \times 10 \\ A4 &= 0.50768 \times 10^{-4} \\ A6 &= 0.27040 \times 10^{-5} \\ A8 &= -0.32896 \times 10^{-7}\end{aligned}$$

[第 7 面 (r7) の非球面係数]

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0.10000 \times 10 \\ A4 &= -0.26886 \times 10^{-5} \\ A6 &= 0.24656 \times 10^{-5} \\ A8 &= 0.28044 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

[第 14 面 (r14) の非球面係数]

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0.10000 \times 10 \\ A4 &= 0.29944 \times 10^{-4} \\ A6 &= 0.23942 \times 10^{-5} \\ A8 &= -0.26510 \times 10^{-6} \\ A10 &= 0.10143 \times 10^{-7}\end{aligned}$$

[第 17 面 (r17) の非球面係数]

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0.10000 \times 10 \\ A4 &= -0.43785 \times 10^{-3} \\ A6 &= -0.85525 \times 10^{-6} \\ A8 &= -0.55200 \times 10^{-7}\end{aligned}$$

[第 18 面 (r18) の非球面係数]

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0.10000 \times 10 \\ A4 &= 0.49210 \times 10^{-3} \\ A6 &= 0.12730 \times 10^{-4} \\ A8 &= 0.66578 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

【0047】

《実施例 3 (第 1 画面サイズ)》

$$f = 5.1\text{mm} \sim 12.0\text{mm} \sim 29.4\text{mm} \quad (\text{全系焦点距離})$$

$$FNO = 2.28 \sim 2.51 \sim 2.88 \quad (F \text{ ナンバー})$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率 (Nd)] [アッベ数 (ν_d)]

$$r1 = 38.100$$

$$d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$$

$$r2 = 25.197$$

$$d2 = 4.072 \quad N2 = 1.48749 \quad \nu 2 = 70.44$$

$$r3 = -98.604$$

$$d3 = 0.100$$

$$r4 = 19.021$$

$$d4 = 2.041 \quad N3 = 1.63412 \quad \nu 3 = 56.85$$

$$r5 = 36.020$$

$$d5 = 0.500 \sim 8.861 \sim 14.981$$

$$r6^* = 49.673$$

$$d6 = 0.750 \quad N4 = 1.77250 \quad \nu 4 = 49.77$$

$$r7^* = 7.233$$

$$d7 = 4.595$$

$$r8 = -9.793$$

$$d8 = 0.700 \quad N5 = 1.48749 \quad \nu 5 = 70.44$$

$$r9 = 12.800$$

$$d9 = 1.273 \quad N6 = 1.83350 \quad \nu 6 = 21.00$$

$$r10 = 60.435$$

$$d10 = 14.981 \sim 6.620 \sim 0.500$$

r11= ∞ (絞り)

d11= 0.500

r12= 15.868

d12= 1.517 N7=1.75450 ν 7= 51.57

r13=-296.209

d13= 1.000 N8=1.84666 ν 8= 23.82

r14*=35.961

d14= 4.773 \sim 2.488 \sim 0.200

r15= 6.619

d15= 3.473 N9=1.56380 ν 9= 47.92

r16=-24.792

d16= 1.309

r17*=-23.223

d17= 1.000 N10=1.84666 ν 10= 23.82

r18*=11.411

d18= 1.585

r19= 12.595

d19= 2.498 N11=1.58242 ν 11= 60.28

r20=-13.465

d20= 1.343 \sim 3.628 \sim 5.916

r21= ∞

d21= 3.400 N12=1.51680 ν 12= 64.20

r22= ∞

【0048】

[第6面(r6)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

A4= 0.29472×10^{-4}

A6= 0.19378×10^{-5}

A8=- 0.23877×10^{-7}

[第7面(r7)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

A4=- 0.60653×10^{-5}

A6= 0.20752×10^{-5}

A8= 0.17680×10^{-6}

[第14面(r14)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

A4= 0.32613×10^{-4}

A6= 0.21765×10^{-5}

A8=- 0.22337×10^{-6}

A10= 0.89525×10^{-8}

[第17面(r17)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

A4=- 0.50533×10^{-3}

A6= 0.65302×10^{-5}

A8=- 0.26699×10^{-6}

[第18面(r18)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$

A4= 0.46260×10^{-3}

A6= 0.18637×10^{-4}

A8= 0.25741×10^{-6}

【0049】

《実施例3 (第2画面サイズ)》

f = 7.3mm ~ 17.2mm ~ 42.0mm (全系焦点距離)

FNO = 3.26 ~ 3.58 ~ 4.12 (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(ν_d)]

r1= 38.100
 d1= 0.800 N1=1.83350 ν 1= 21.00
 r2= 25.197
 d2= 4.072 N2=1.48749 ν 2= 70.44
 r3= -98.604
 d3= 0.100
 r4= 19.021
 d4= 2.041 N3=1.63412 ν 3= 56.85
 r5= 36.020
 d5= 0.500 ~ 8.861 ~ 14.981
 r6*= 49.673
 d6= 0.750 N4=1.77250 ν 4= 49.77
 r7*= 7.233
 d7= 4.595
 r8= -9.793
 d8= 0.700 N5=1.48749 ν 5= 70.44
 r9= 12.800
 d9= 1.273 N6=1.83350 ν 6= 21.00
 r10= 60.435
 d10= 14.981 ~ 6.620 ~ 0.500
 r11= ∞ (絞り)
 d11= 0.500
 r12= 15.868
 d12= 1.517 N7=1.75450 ν 7= 51.57
 r13= -296.209
 d13= 0.010
 r14= -296.203
 d14= 1.000 N8=1.84666 ν 8= 23.82
 r15*= 35.961
 d15= 4.773 ~ 2.488 ~ 0.200
 r16= 6.619
 d16= 3.473 N9=1.56380 ν 9= 47.92
 r17= -24.792
 d17= 1.309
 r18*= -23.223
 d18= 1.000 N10=1.84666 ν 10= 23.82
 r19*= 11.411
 d19= 1.585
 r20= 12.595
 d20= 2.498 N11=1.58242 ν 11= 60.28
 r21= -13.465
 d21= 0.400 ~ 2.685 ~ 4.973
 r22= 41.840
 d22= 0.800 N12=1.75450 ν 12= 51.57
 r23= 5.885

$d23 = 0.245$
 $r24 = 6.199$
 $d24 = 2.016 \quad N13 = 1.59891 \quad \nu 13 = 35.03$
 $r25 = 16.340$
 $d25 = 1.000$
 $r26 = \infty$
 $d26 = 3.400 \quad N14 = 1.51680 \quad \nu 14 = 64.20$
 $r27 = \infty$

【0050】

[第6面(r6)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.29472 \times 10^{-4}$
 $A6 = 0.19378 \times 10^{-5}$
 $A8 = -0.23877 \times 10^{-7}$

[第7面(r7)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = -0.60653 \times 10^{-5}$
 $A6 = 0.20752 \times 10^{-5}$
 $A8 = 0.17680 \times 10^{-6}$

[第15面(r15)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.32613 \times 10^{-4}$
 $A6 = 0.21765 \times 10^{-5}$
 $A8 = -0.22337 \times 10^{-6}$
 $A10 = 0.89525 \times 10^{-8}$

[第18面(r18)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = -0.50533 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.65302 \times 10^{-5}$
 $A8 = -0.26699 \times 10^{-6}$

[第19面(r19)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.46260 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.18637 \times 10^{-4}$
 $A8 = 0.25741 \times 10^{-6}$

【0051】

《実施例4（第1画面サイズ）》

 $f = 5.1\text{mm} \sim 12.0\text{mm} \sim 29.4\text{mm}$ (全系焦点距離)

 $FNO = 2.3 \sim 2.53 \sim 2.88$ (Fナンバー)
[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

$r1 = 51.292$
 $d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$
 $r2 = 28.707$
 $d2 = 3.874 \quad N2 = 1.49411 \quad \nu 2 = 69.48$
 $r3 = -88.318$
 $d3 = 0.100$
 $r4 = 19.533$
 $d4 = 2.187 \quad N3 = 1.74575 \quad \nu 3 = 51.87$
 $r5 = 38.766$
 $d5 = 0.500 \sim 8.903 \sim 15.126$

$r6^* = 76.536$
 $d6 = 0.750 \quad N4 = 1.77250 \quad \nu 4 = 49.77$
 $r7^* = 7.248$
 $d7 = 4.289$
 $r8 = -9.577$
 $d8 = 0.700 \quad N5 = 1.48749 \quad \nu 5 = 70.44$
 $r9 = 14.103$
 $d9 = 1.327 \quad N6 = 1.83350 \quad \nu 6 = 21.00$
 $r10 = 119.341$
 $d10 = 15.126 \sim 6.723 \sim 0.500$
 $r11 = \infty$ (絞り)
 $d11 = 0.500$
 $r12 = 14.886$
 $d12 = 1.645 \quad N7 = 1.76163 \quad \nu 7 = 50.36$
 $r13 = -54.790$
 $d13 = 1.000 \quad N8 = 1.84666 \quad \nu 8 = 23.82$
 $r14^* = 47.323$
 $d14 = 4.717 \sim 2.400 \sim 0.200$
 $r15 = 7.049$
 $d15 = 3.069 \quad N9 = 1.65030 \quad \nu 9 = 49.41$
 $r16 = -87.401$
 $d16 = 1.297$
 $r17^* = 107.653$
 $d17 = 1.000 \quad N10 = 1.84666 \quad \nu 10 = 23.82$
 $r18^* = 7.817$
 $d18 = 1.736$
 $r19 = 10.410$
 $d19 = 2.338 \quad N11 = 1.48749 \quad \nu 11 = 70.44$
 $r20 = -16.932$
 $d20 = 1.351 \sim 3.667 \sim 5.867$
 $r21 = \infty$
 $d21 = 3.400 \quad N12 = 1.51680 \quad \nu 12 = 64.20$
 $r22 = \infty$

【0052】

[第6面(r6)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.15037 \times 10^{-3}$$

$$A6 = -0.41303 \times 10^{-6}$$

$$A8 = -0.67332 \times 10^{-8}$$

[第7面(r7)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.11096 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.25794 \times 10^{-5}$$

$$A8 = 0.16455 \times 10^{-6}$$

[第14面(r14)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.30579 \times 10^{-4}$$

$$A6 = 0.34943 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.41149 \times 10^{-6}$$

$$A10 = 0.16505 \times 10^{-7}$$

[第 17 面(r17)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = -0.46605 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.42583 \times 10^{-6}$$

$$A8 = -0.17528 \times 10^{-8}$$

[第 18 面(r18)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.39333 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.12845 \times 10^{-4}$$

$$A8 = 0.65431 \times 10^{-6}$$

【0053】

《実施例 4 (第 2 画面サイズ)》

$$f = 6.0\text{mm} \sim 14.1\text{mm} \sim 34.6\text{mm} \quad (\text{全系焦点距離})$$

$$FNO = 2.73 \sim 3.0 \sim 3.4 \quad (F \text{ ナンバー})$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(ν_d)]

$$r1 = 51.292$$

$$d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$$

$$r2 = 28.707$$

$$d2 = 3.874 \quad N2 = 1.49411 \quad \nu 2 = 69.48$$

$$r3 = -88.318$$

$$d3 = 0.100$$

$$r4 = 19.533$$

$$d4 = 2.187 \quad N3 = 1.74575 \quad \nu 3 = 51.87$$

$$r5 = 38.766$$

$$d5 = 0.500 \sim 8.903 \sim 15.126$$

$$r6^* = 76.536$$

$$d6 = 0.750 \quad N4 = 1.77250 \quad \nu 4 = 49.77$$

$$r7^* = 7.248$$

$$d7 = 4.289$$

$$r8 = -9.577$$

$$d8 = 0.700 \quad N5 = 1.48749 \quad \nu 5 = 70.44$$

$$r9 = 14.103$$

$$d9 = 1.327 \quad N6 = 1.83350 \quad \nu 6 = 21.00$$

$$r10 = 119.341$$

$$d10 = 15.126 \sim 6.723 \sim 0.500$$

$$r11 = \infty (\text{絞り})$$

$$d11 = 0.500$$

$$r12 = 14.886$$

$$d12 = 1.645 \quad N7 = 1.76163 \quad \nu 7 = 50.36$$

$$r13 = -54.790$$

$$d13 = 1.000 \quad N8 = 1.84666 \quad \nu 8 = 23.82$$

$$r14^* = 47.323$$

$$d14 = 4.717 \sim 2.400 \sim 0.200$$

$$r15 = 7.049$$

$$d15 = 3.069 \quad N9 = 1.65030 \quad \nu 9 = 49.41$$

$$r16 = -87.401$$

$$d16 = 1.297$$

$$r17^* = 107.653$$

$$d17 = 1.000 \quad N10 = 1.84666 \quad \nu 10 = 23.82$$

$$r18^* = 7.817$$

$d18 = 1.736$
 $r19 = 10.410$
 $d19 = 2.338 \quad N11 = 1.48749 \quad \nu 11 = 70.44$
 $r20 = -16.932$
 $d20 = 0.400 \sim 2.717 \sim 4.917$
 $r21 = 117.244$
 $d21 = 0.800 \quad N12 = 1.75450 \quad \nu 12 = 51.57$
 $r22 = 6.400$
 $d22 = 0.100$
 $r23 = 6.592$
 $d23 = 2.286 \quad N13 = 1.64387 \quad \nu 13 = 44.47$
 $r24 = 45.168$
 $d24 = 1.000$
 $r25 = \infty$
 $d25 = 3.400 \quad N14 = 1.51680 \quad \nu 14 = 64.20$
 $r26 = \infty$

【0054】

[第6面(r6)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.15037 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.41303 \times 10^{-6}$
 $A8 = -0.67332 \times 10^{-8}$

[第7面(r7)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.11096 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.25794 \times 10^{-5}$
 $A8 = 0.16455 \times 10^{-6}$

[第14面(r14)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.30579 \times 10^{-4}$
 $A6 = 0.34943 \times 10^{-5}$
 $A8 = -0.41149 \times 10^{-6}$
 $A10 = 0.16505 \times 10^{-7}$

[第17面(r17)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = -0.46605 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.42583 \times 10^{-6}$
 $A8 = -0.17528 \times 10^{-8}$

[第18面(r18)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.39333 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.12845 \times 10^{-4}$
 $A8 = 0.65431 \times 10^{-6}$

【0055】

《実施例5 (第1画面サイズ)》

$f = 3.8\text{mm} \sim 9.0\text{mm} \sim 21.7\text{mm}$ (全系焦点距離)

$FNO = 2.34 \sim 2.52 \sim 2.88$ (Fナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(νd)]

$r1 = 33.893$

$d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$

$r_2 = 20.854$
 $d_2 = 2.933 \quad N_2 = 1.48749 \quad \nu_2 = 70.44$
 $r_3 = 3458.532$
 $d_3 = 0.100$
 $r_4 = 18.532$
 $d_4 = 2.028 \quad N_3 = 1.75409 \quad \nu_3 = 51.58$
 $r_5 = 52.594$
 $d_5 = 0.500 \sim 7.990 \sim 13.134$
 $r_6^* = 54.228$
 $d_6 = 0.750 \quad N_4 = 1.77250 \quad \nu_4 = 49.77$
 $r_7^* = 5.734$
 $d_7 = 3.716$
 $r_8 = -9.442$
 $d_8 = 0.700 \quad N_5 = 1.51435 \quad \nu_5 = 54.87$
 $r_9 = 10.231$
 $d_9 = 1.262 \quad N_6 = 1.83350 \quad \nu_6 = 21.00$
 $r_{10} = 82.356$
 $d_{10} = 13.134 \sim 5.644 \sim 0.500$
 $r_{11} = \infty$ (絞り)
 $d_{11} = 0.500$
 $r_{12} = 12.294$
 $d_{12} = 1.696 \quad N_7 = 1.70084 \quad \nu_7 = 26.54$
 $r_{13} = -12.693$
 $d_{13} = 1.000 \quad N_8 = 1.84666 \quad \nu_8 = 23.82$
 $r_{14}^* = 22.033$
 $d_{14} = 3.925 \sim 2.101 \sim 0.200$
 $r_{15} = 6.741$
 $d_{15} = 5.913 \quad N_9 = 1.50423 \quad \nu_9 = 59.67$
 $r_{16} = -9.980$
 $d_{16} = 1.116$
 $r_{17}^* = -6.796$
 $d_{17} = 1.000 \quad N_{10} = 1.84666 \quad \nu_{10} = 23.82$
 $r_{18}^* = -127.113$
 $d_{18} = 0.100$
 $r_{19} = 12.962$
 $d_{19} = 3.236 \quad N_{11} = 1.61322 \quad \nu_{11} = 48.97$
 $r_{20} = -7.908$
 $d_{20} = 1.731 \sim 3.554 \sim 5.455$
 $r_{21} = \infty$
 $d_{21} = 3.400 \quad N_{12} = 1.51680 \quad \nu_{12} = 64.20$
 $r_{22} = \infty$

【0056】

[第6面(r_6)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A_4 = 0.17992 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 0.21097 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -0.60366 \times 10^{-7}$$

[第7面(r_7)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A_4 = 0.10422 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.71873 \times 10^{-5}$$

$$A8 = 0.67492 \times 10^{-6}$$

[第14面(r14)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.20982 \times 10^{-4}$$

$$A6 = 0.10888 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.19610 \times 10^{-5}$$

$$A10 = 0.12639 \times 10^{-6}$$

[第17面(r17)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = -0.82030 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.27014 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.40805 \times 10^{-6}$$

[第18面(r18)の非球面係数]

$$\varepsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.26263 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.42079 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.49132 \times 10^{-6}$$

【0057】

《実施例5 (第2画面サイズ)》

$$f = 6.6\text{mm} \sim 15.7\text{mm} \sim 37.8\text{mm} \quad (\text{全系焦点距離})$$

$$FNO = 4.11 \sim 4.43 \sim 5.0 \quad (F\text{ナンバー})$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(ν_d)]

$$r1 = 33.893$$

$$d1 = 0.800 \quad N1 = 1.83350 \quad \nu 1 = 21.00$$

$$r2 = 20.854$$

$$d2 = 2.933 \quad N2 = 1.48749 \quad \nu 2 = 70.44$$

$$r3 = 3458.532$$

$$d3 = 0.100$$

$$r4 = 18.532$$

$$d4 = 2.028 \quad N3 = 1.75409 \quad \nu 3 = 51.58$$

$$r5 = 52.594$$

$$d5 = 0.500 \sim 7.990 \sim 13.134$$

$$r6^* = 54.228$$

$$d6 = 0.750 \quad N4 = 1.77250 \quad \nu 4 = 49.77$$

$$r7^* = 5.734$$

$$d7 = 3.716$$

$$r8 = -9.442$$

$$d8 = 0.700 \quad N5 = 1.51435 \quad \nu 5 = 54.87$$

$$r9 = 10.231$$

$$d9 = 1.262 \quad N6 = 1.83350 \quad \nu 6 = 21.00$$

$$r10 = 82.356$$

$$d10 = 13.134 \sim 5.644 \sim 0.500$$

$$r11 = \infty (\text{絞り})$$

$$d11 = 0.500$$

$$r12 = 12.294$$

$$d12 = 1.696 \quad N7 = 1.70084 \quad \nu 7 = 26.54$$

$$r13 = -12.693$$

$$d13 = 1.000 \quad N8 = 1.84666 \quad \nu 8 = 23.82$$

$$r14^* = 22.033$$

$d_{14} = 3.925 \sim 2.101 \sim 0.200$
 $r_{15} = 6.741$
 $d_{15} = 5.913 \quad N_9 = 1.50423 \quad \nu_9 = 59.67$
 $r_{16} = -9.980$
 $d_{16} = 1.116$
 $r_{17}^* = -6.796$
 $d_{17} = 1.000 \quad N_{10} = 1.84666 \quad \nu_{10} = 23.82$
 $r_{18}^* = -127.113$
 $d_{18} = 0.100$
 $r_{19} = 12.962$
 $d_{19} = 3.236 \quad N_{11} = 1.61322 \quad \nu_{11} = 48.97$
 $r_{20} = -7.908$
 $d_{20} = 0.400 \sim 2.224 \sim 4.125$
 $r_{21} = 33.371$
 $d_{21} = 0.800 \quad N_{12} = 1.75450 \quad \nu_{12} = 51.57$
 $r_{22} = 5.500$
 $d_{22} = 0.660$
 $r_{23} = 6.120$
 $d_{23} = 1.747 \quad N_{13} = 1.71069 \quad \nu_{13} = 26.02$
 $r_{24} = 8.790$
 $d_{24} = 1.000$
 $r_{25} = \infty$
 $d_{25} = 3.400 \quad N_{14} = 1.51680 \quad \nu_{14} = 64.20$
 $r_{26} = \infty$

【0058】

[第6面(r6)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A_4 = 0.17992 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 0.21097 \times 10^{-5}$
 $A_8 = -0.60366 \times 10^{-7}$

[第7面(r7)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A_4 = 0.10422 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 0.71873 \times 10^{-5}$
 $A_8 = 0.67492 \times 10^{-6}$

[第14面(r14)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A_4 = 0.20982 \times 10^{-4}$
 $A_6 = 0.10888 \times 10^{-4}$
 $A_8 = -0.19610 \times 10^{-5}$
 $A_{10} = 0.12639 \times 10^{-6}$

[第17面(r17)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A_4 = -0.82030 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 0.27014 \times 10^{-4}$
 $A_8 = -0.40805 \times 10^{-6}$

[第18面(r18)の非球面係数]

$\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A_4 = 0.26263 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 0.42079 \times 10^{-4}$

$$A8 = -0.49132 \times 10^{-6}$$

【0059】また、図11～図20は、それぞれ前記実施例1～5の第1画面サイズ及び第2画面サイズの光学系に対応する無限遠の収差図であり、各図において、上段は広角端〔W〕、中段は中間焦点距離〔M〕、下段は望遠端〔T〕をそれぞれ表している。そして、球面収差図において、実線（d）はd線を表し、破線（SC）は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線（DS）と破線（DM）は、それぞれサジタル面とメ

	$ f_c/Y_b $	β_c	$(Y_b/Y_s)/\beta_c$	$ f_2 /f_{ws}$
実施例1	6.42	1.29	1.00	1.37
実施例2	6.69	1.29	1.00	1.39
実施例3	5.15	1.43	0.90	1.38
実施例4	9.17	1.18	1.09	1.38
実施例5	3.34		1.74	1.00
	1.59			

【0061】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、異なる画面サイズの光電変換素子に対応する事が可能であり、小型化、高画質化を達成するために好適な撮影光学系を提供する事ができる。

【0062】特に、請求項1によるならば、鏡胴構成を単純にして小型化を図る事ができる。

【0063】また、請求項2によるならば、更に光学系を小型化する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の撮影光学系（第1画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図2】第1の実施形態の撮影光学系（第2画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図3】第2の実施形態の撮影光学系（第1画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図4】第2の実施形態の撮影光学系（第2画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図5】第3の実施形態の撮影光学系（第1画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図6】第3の実施形態の撮影光学系（第2画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図7】第4の実施形態の撮影光学系（第1画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図8】第4の実施形態の撮影光学系（第2画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図9】第5の実施形態の撮影光学系（第1画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

【図10】第5の実施形態の撮影光学系（第2画面サイズ）のレンズ構成を示す図。

リディオナル面での非点収差を表している。上記条件式（1）～（4）は、それぞれ実施例1～5の内、対応する画面サイズの光学系において満足している（上述の条件式の説明参照）。また以下に、各実施例1～5のその対応する画面サイズの光学系における、前記条件式（1）～（4）の値を示す。

【0060】

【図11】実施例1（第1画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図12】実施例1（第2画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図13】実施例2（第1画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図14】実施例2（第2画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図15】実施例3（第1画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図16】実施例3（第2画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図17】実施例4（第1画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図18】実施例4（第2画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図19】実施例5（第1画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【図20】実施例5（第2画面サイズ）に対応する無限遠の収差図。

【符号の説明】

L1～L5 主光学系

LPF ローパスフィルター

A1～A5 変換光学系

Gr1 第1レンズ群

Gr2 第2レンズ群

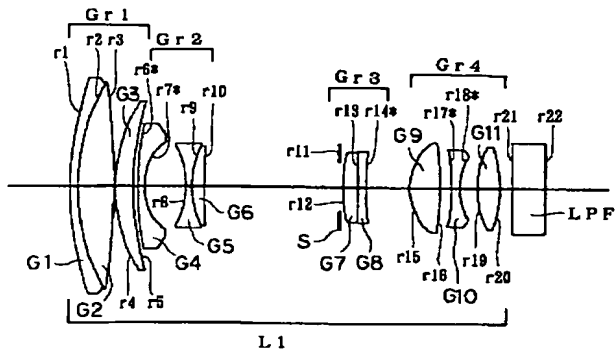
Gr3 第3レンズ群

Gr4 第4レンズ群

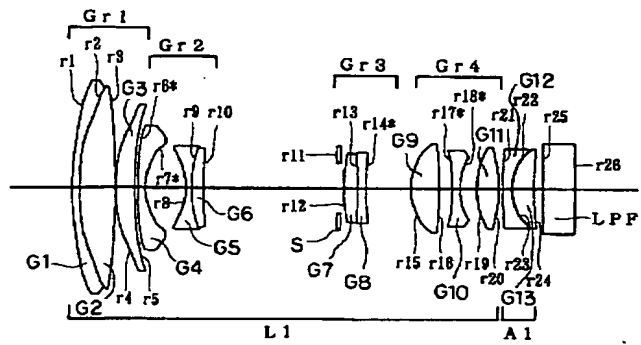
G1～G13 レンズ

S 絞り

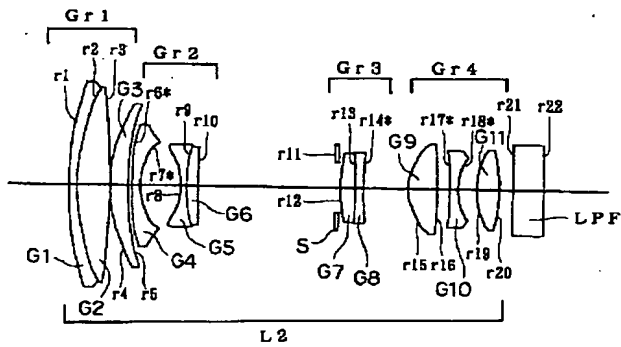
【図 1】



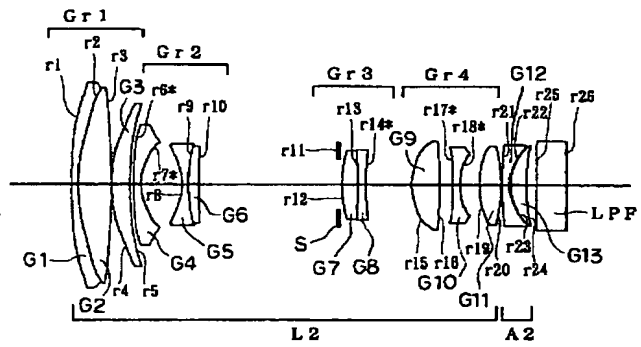
【図 2】



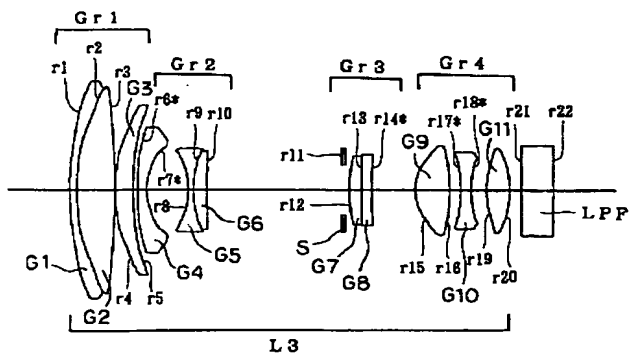
【図 3】



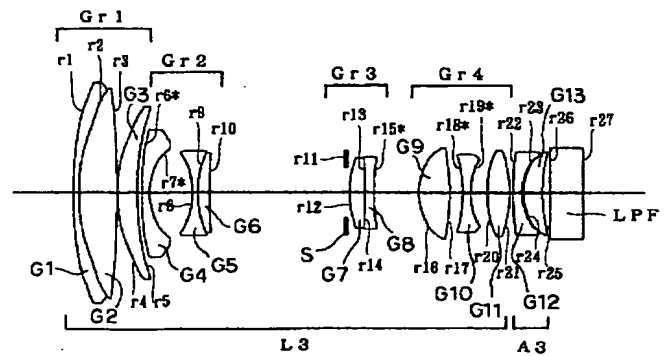
【図 4】



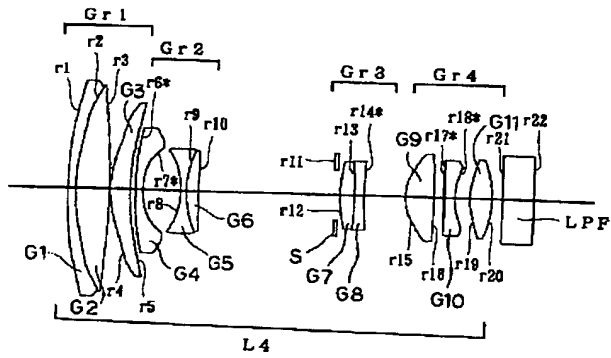
【図 5】



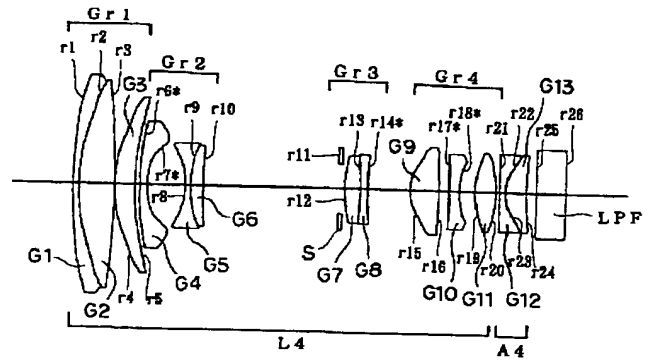
【図 6】



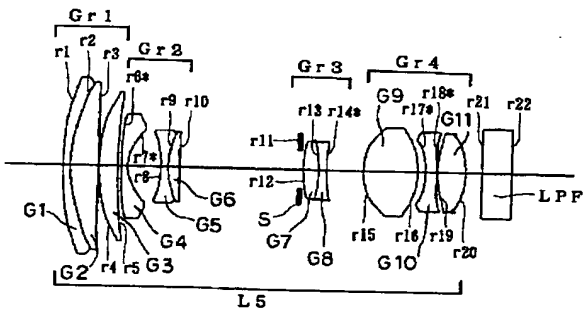
【図 7】



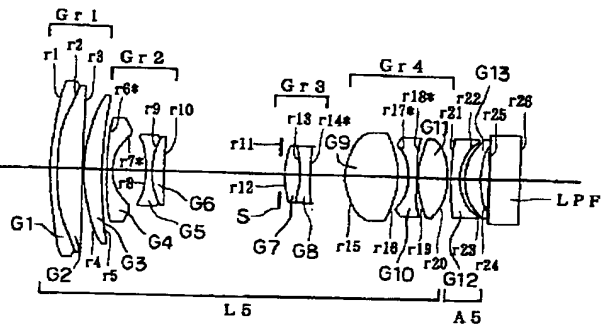
【図 8】



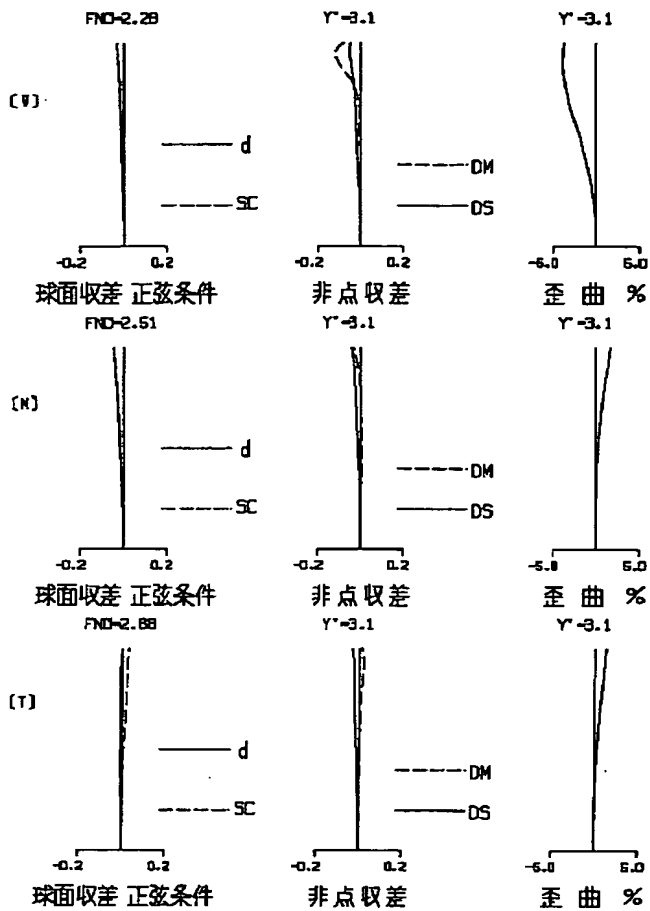
【図 9】



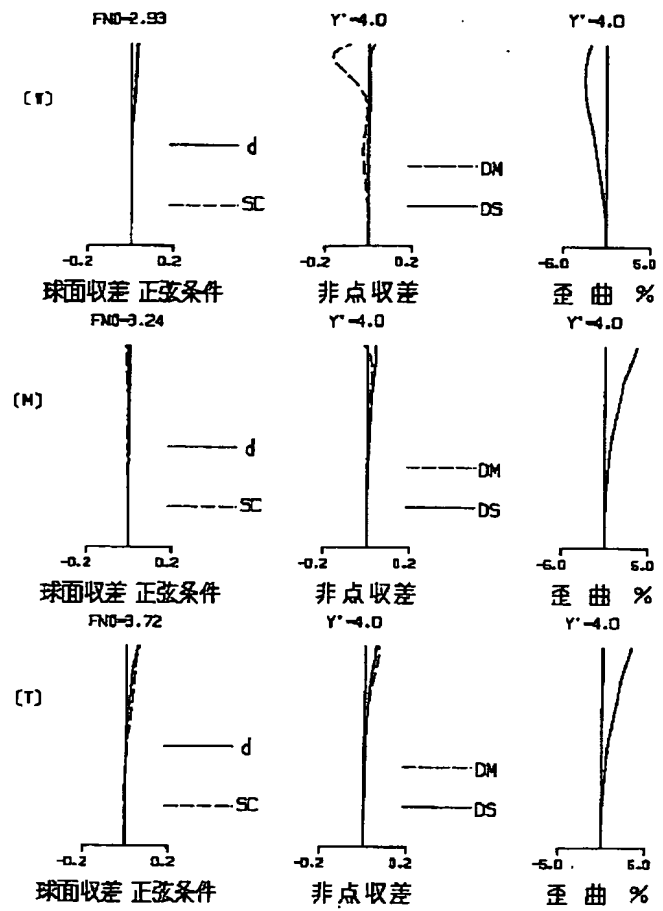
【図 10】



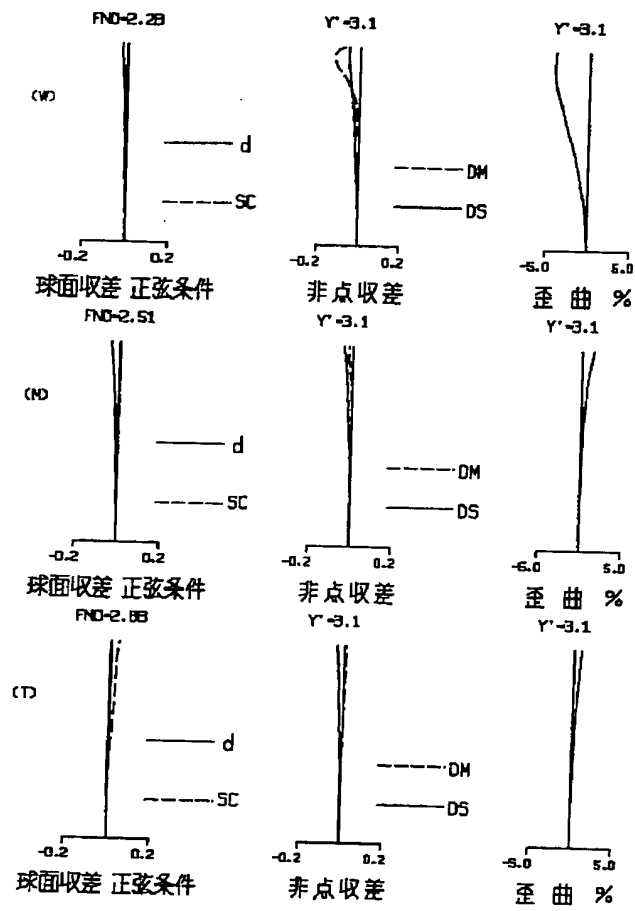
【図 11】



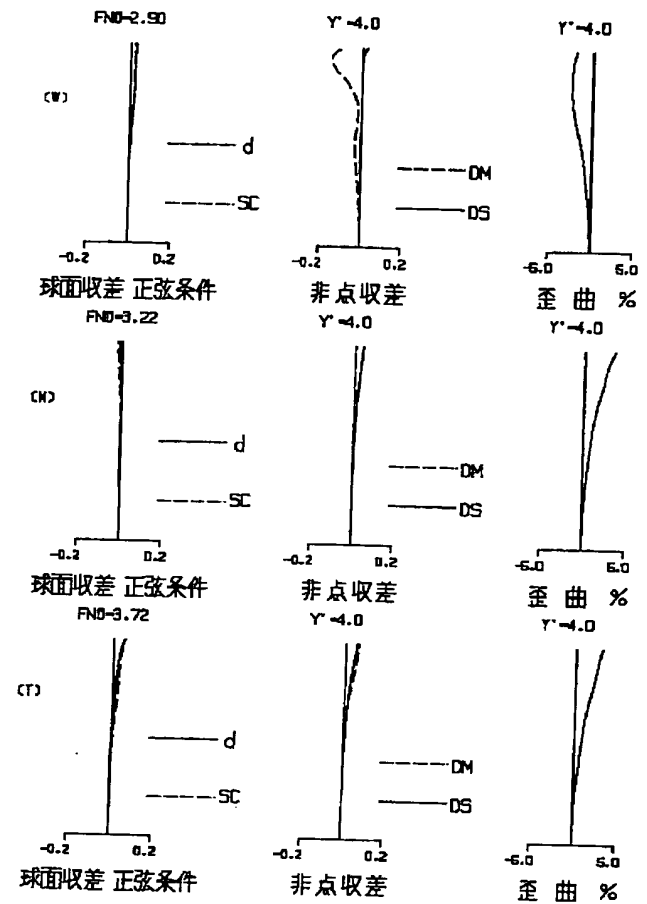
【図 12】



【図13】

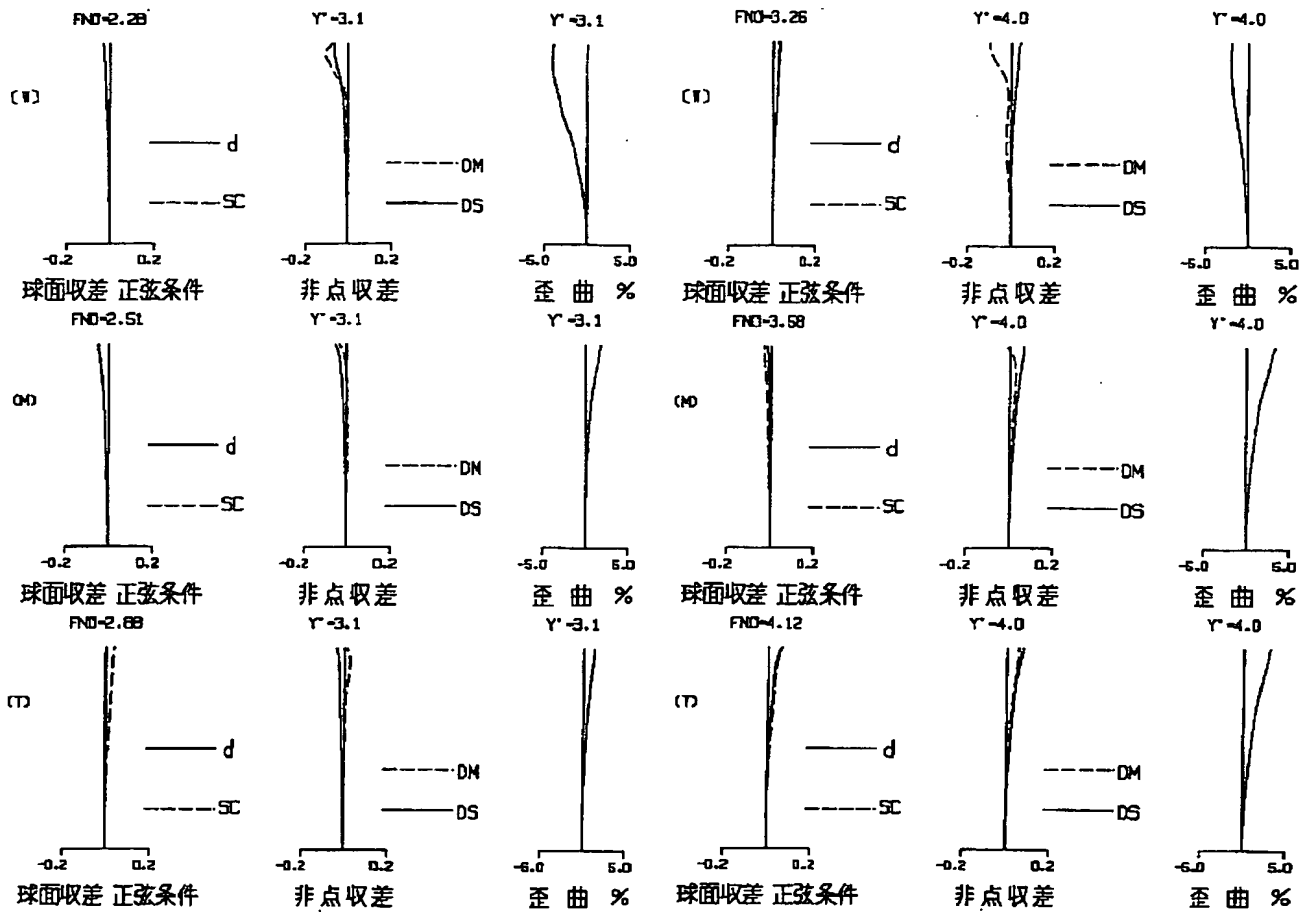


【図14】

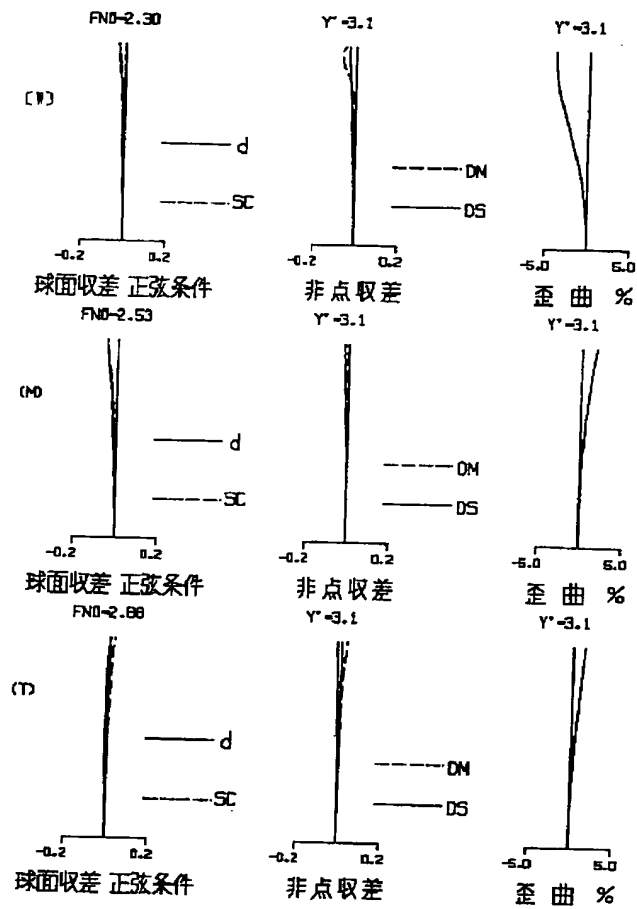


【図 15】

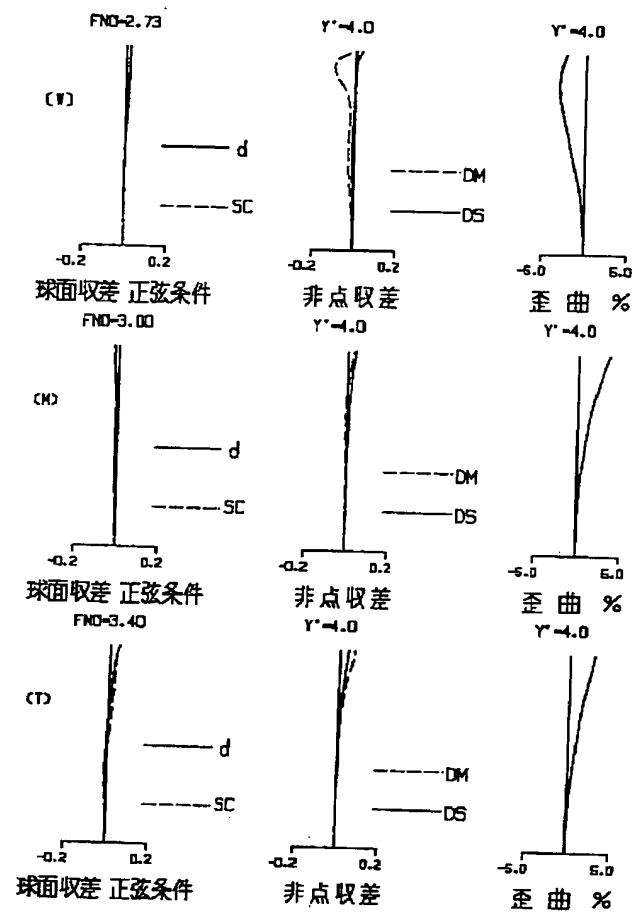
【図 16】



【図 17】

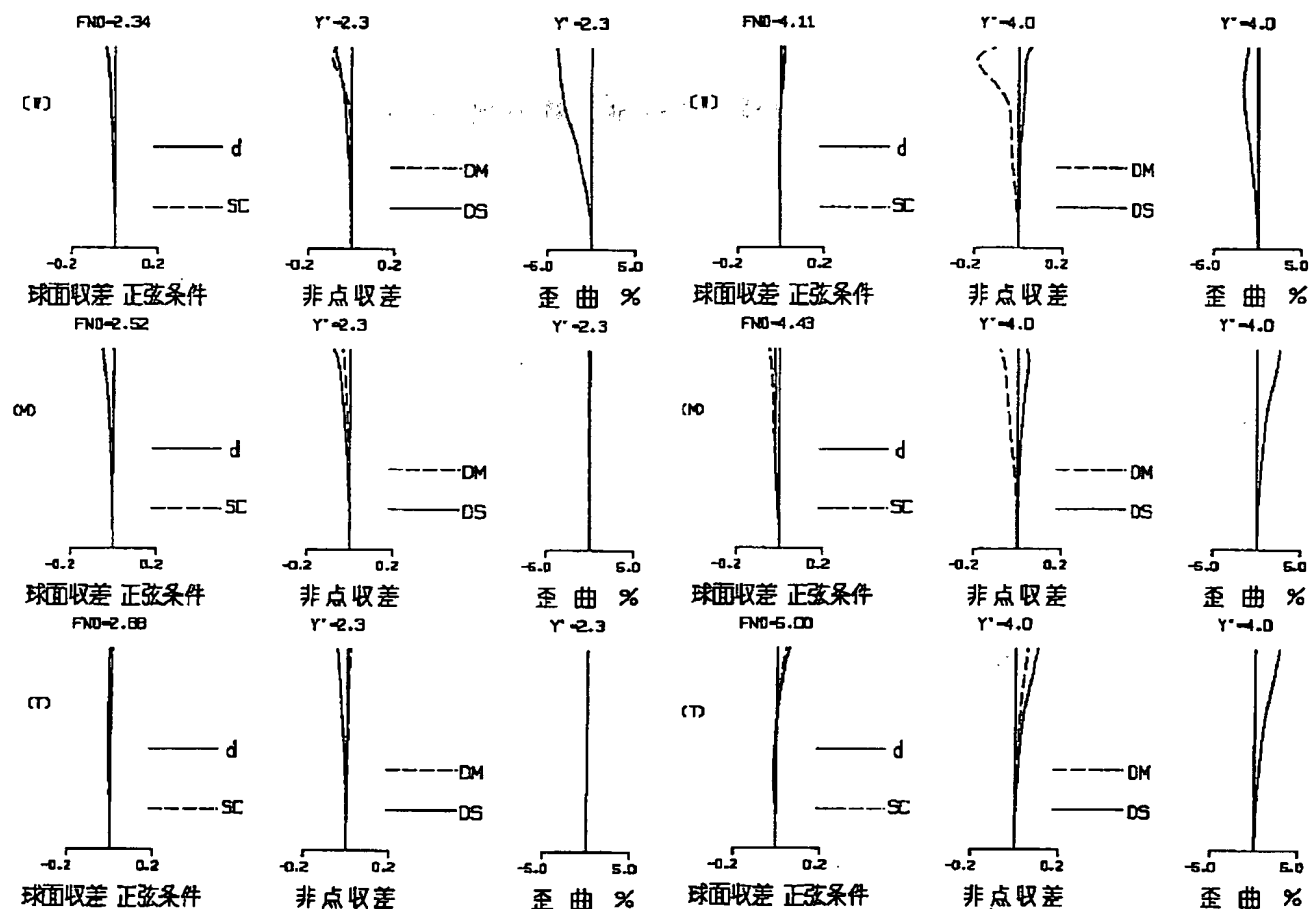


【図 18】



【図 19】

【図 20】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H04N 5/232

識別記号

F I

H04N 5/232

テーマコード* (参考)

A

F ターム (参考) 2H054 AA01 BB11 BB12

2H087 KA01 LA30 PA02 PA08 PA10

PA11 PB11 PB13 QA02 QA06

QA07 QA17 QA21 QA25 QA32

QA34 QA42 QA45 RA05 RA12

RA13 RA32 RA42 RA43 RA44

SA23 SA27 SA29 SA32 SA43

SA47 SA49 SA52 SA56 SA63

SA65 SA72 SA74 SA76 SA89

SB04 SB14 SB23 SB34 SB43

5C022 AA13 AB66 AC54 AC55

THIS PAGE BLANK (USPTO)